

# Capital humain, risques et effets de signal

**David Touahri**

Septembre 2009

Document de travail LEST  
(ne pas diffuser)

## Résumé

Dans ce papier, nous construisons un modèle de décision dans lequel le système de formation produit à la fois des compétences productives (capital humain) mais aussi de l'information sur la véritable productivité des individus (signal). Nous réévaluons dans ce nouveau cadre théorique, les effets de l'incertitude sur la demande optimale d'éducation. Nous montrons qu'avec l'introduction d'effets de signal, l'éducation peut être utilisée comme un moyen de couverture face aux risques, et en particulier contre le risque de chômage futur.

Mots clés : capital humain, risque, théorie du filtre, contrôle stochastique

Classification JEL: I20, J24, C61, D99, G11

# 1 Introduction

A l'origine, l'ambition de trouver les déterminants de la productivité individuelle pour construire les bases de l'économie de l'éducation moderne, les fondateurs de la théorie du capital humain se sont employés à définir et légitimer l'éducation comme un investissement, négligeant les questions relatives à la nature et à la structure de l'information sur le marché du travail. Au cours des années 1970 ont été développées à l'intérieur du paradigme néoclassique des théories alternatives à celles du capital humain pour prendre au sérieux la nature imparfaite de l'information concernant la productivité des travailleurs, ouvrant ainsi de nouvelles interprétations quand au rôle de l'éducation. De façon générale, les théories du "filtre" (terminologie empruntée à Arrow, 1973) et du "signal" (depuis Spence, 1973) étudient les conséquences de l'asymétrie de l'information sur les stratégies individuelles et leurs implications au niveau social. En amont de l'activité productive, l'éducation est supposée agir comme un mécanisme de tri des individus. En effet, lorsque les employeurs ne peuvent pas parfaitement évaluer la productivité des travailleurs, les individus sont incités à révéler leurs véritables capacités productives à travers leurs choix éducatifs. Dans ce cadre, l'éducation est considérée avant tout comme un dispositif de sélection des individus.

Si au départ les théories du tri semblent parfaitement adaptées à l'étude des comportements des agents économiques en situation d'incertitude, la question des effets de l'incertitude a finalement été évacuée de l'analyse. Le problème de sélection adverse, et avec lui l'incertitude, étant résolu à l'issu du processus d'éducation.

La prise en compte de l'imperfection de l'information dans le modèle de capital humain permet de répondre en partie au problème. En effet, la théorie du capital humain permet d'étudier l'influence des risques sur les décisions individuelles en matière d'éducation. Dans le chapitre précédent, nous avons vu que l'introduction du risque dans le modèle de capital humain standard conduisait à considérer l'éducation comme un actif risqué. Nous nous sommes efforcé de prouver que cette théorie, de par sa nature, appréhende l'éducation comme une activité qui exacerbe le risque. Lorsqu'un individu décide d'augmenter son niveau d'éducation, il accroît dans le même temps son exposition au risque. Dans ces conditions, un individu averse au risque réduira toujours son investissement dans l'éducation pour se couvrir contre le risque. Selon ce principe, et indépendamment des autres facteurs, la hausse de la demande d'éducation ne peut s'expliquer que par une baisse globale de l'incertitude, soit uniquement par l'augmentation de risque sur la valeur du capital humain (essentiellement le salaire) car il génère une prime de risque.

Ainsi, les conditions théoriques sous lesquelles, à l'optimum, l'éducation augmenterait avec le risque, sont très limitées. Le modèle de capital humain nous apprend qu'un individu ne poursuivra jamais davantage ses études pour se protéger contre le risque, que ce dernier provienne du système éducatif, de ses propres aptitudes ou du marché du travail. Ainsi, à partir du moment où

l'on suppose que la productivité des individus, et ses déterminants - que sont l'aptitude, la dépréciation du capital humain, et plus généralement l'ensemble des facteurs définissant l'efficacité du processus d'acquisition des compétences - ne sont pas parfaitement connus, le modèle de capital humain est incapable de présenter l'éducation comme un mécanisme de protection face au risque.

Or, il est possible en théorie de mettre en évidence de tels effets. C'est précisément l'objet de ce papier que de définir les conditions théoriques sous lesquelles l'éducation peut être utilisée par les individus comme un moyen de protection contre les risques futurs. Pour cela, il convient d'adopter une autre conception de l'éducation, plus large que celle de la théorie du capital humain standard. Au delà de la fonction de production de connaissances et des compétences valorisables sur le marché du travail, il faut également considérer l'éducation comme un dispositif permettant de révéler de l'information sur la véritable productivité des individus, dans la lignée des théories du filtre et du signal. C'est pourquoi, nous construisons un modèle général dans lequel l'éducation augmente la productivité individuelle et améliore la qualité de l'information sur la valeur de cette productivité. Dans ce cadre nouveau, où les effets de capital humain et de filtre/signal sont complémentaires, nous analysons l'impact de différentes sources d'incertitude : salaire, aptitude et chômage, sur la demande individuelle d'éducation. En particulier, nous parvenons à prédire qu'un individu averse au risque utilisera l'éducation comme une stratégie de couverture face au risque. C'est le résultat essentiel de ce papier.

La section suivante présente les hypothèses, le principe et les implications des théories du filtre et du signal à travers une synthèse des principales contributions théoriques en économie du travail. La section 3 recadre l'hypothèse centrale du modèle concernant la qualité de l'information fournie par l'éducation dans la littérature sur le filtre et le signal et discute de ses implications dans la dynamique des salaires. La section 4 présente le modèle et les résultats dans un cadre complètement général du point de vue des processus stochastiques utilisés et des préférences individuelles. Dans un second temps, nous spécifions les préférences pour étudier en détail l'effet des différentes sources d'incertitude sur la demande d'éducation. La section 5 conclut le chapitre.

## **2 Hypothèse de signal et dynamique du capital humain**

### **2.1 revue de la littérature**

L'existence d'une relation positive entre éducation et salaire est sans doute l'une des mieux établie empiriquement, quelle que soit le lieu ou l'époque à laquelle elle ait été mesurée (Baudelot et Leclercq, 2004). L'explication dominante, celle du capital humain, est fondée sur l'idée que les individus, en renonçant à un

gain immédiat, peuvent à travers l'éducation, augmenter la qualité future de leur travail et la valeur marchande qui lui est associée. Cependant, comme le souligne notamment Riley (1976), peu d'attention a été portée au processus de transmission de l'information dans les décisions d'investissement. En particulier, la théorie du capital humain suppose implicitement que les employeurs connaissent parfaitement la valeur de la productivité marginale de chaque travailleur et que d'une manière générale les coûts d'acquisition de l'information sont négligeables.

L'économie de l'information a été développée précisément pour comprendre les implications des problèmes informationnels auxquels peuvent être confrontés des agents économiques engagés dans une même transaction. Akerlof (1970) est l'un des premiers à avoir étudié de manière formelle les distorsions que génère l'asymétrie de l'information dans une économie concurrentielle<sup>1</sup>.

Concernant le marché du travail, l'hypothèse d'asymétrie de l'information a conduit les économistes à formuler une interprétation nouvelle de la corrélation entre éducation et salaires. L'éducation servirait avant tout de filtre (Arrow, 1973) ou de signal (Spence, 1973) des capacités productives des individus, lorsque celles-ci ne sont pas observables par les employeurs.

Les dispositifs de filtre et de signal, permettent d'identifier des individus ayant des capacités productives différentes, en présence d'asymétrie de l'information. En révélant l'information cachée, ils résolvent le problème d'asymétrie de l'information. Le principe général est le suivant : Supposons que la productivité individuelle et le salaire associé dépendent uniquement des capacités cognitives des individus, non observables directement par les firmes, mais connues par leur détenteur. Imaginons que les individus ne fournissent aucune information aux employeurs sur leur qualité. Dans ce cas, tous les travailleurs percevront le même salaire, égal à la productivité marginale moyenne de l'économie. Les travailleurs les plus productifs ont donc un salaire plus faible (et les travailleurs les moins productifs un salaire plus élevé) que dans une situation où chaque individu serait rémunéré à sa juste valeur. Les individus les plus performants ont donc un intérêt économique à révéler aux employeurs leurs caractéristiques et de bénéficier d'une « rente d'aptitude »<sup>2</sup>. Dans le cas d'une non révélation de sa performance, le travailleur doit alors partager sa rente avec les autres travailleurs<sup>3</sup>.

Par contre, les individus peu productifs n'ont pas intérêt à révéler leur compétence. Cependant, à partir du moment où les meilleurs signalent leurs capacités aux employeurs, les individus qui ne fournissent aucune information sont aussi identifiés, par complémentarité, comme étant les moins productifs et toucheront par conséquent le salaire correspondant (plus bas). C'est ce que Stiglitz (1975) a appelé la Loi de Walras du filtre d'information.

Les firmes peuvent également avoir un intérêt à filtrer les compétences de leurs salariés. Si le coût de collecte de l'information est suffisamment bas,

---

<sup>1</sup> A travers son célèbre exemple du marché automobile, il a montré comment la poursuite des intérêts privés, à tirer profit de l'information, pouvait conduire à une situation d'équilibre dans laquelle seules les voitures de mauvaise qualité, les « lemons », sont échangées.

<sup>2</sup> terme emprunté à Stiglitz (1975).

<sup>3</sup> ceci implique évidemment que le coût de signalement ne dépasse pas le gain espéré.

les firmes pourraient capter la différence de productivité entre les travailleurs les plus performants et la productivité moyenne de l'ensemble des travailleurs. Cependant, si l'information sur la compétence des salariés ne peut être maintenue secrète, la compétition entre les firmes fait augmenter le salaire jusqu'à la valeur de la productivité marginale des travailleurs les plus productifs, éliminant la rente initiale. Ainsi, les employeurs risquent de subir un braconnage de la part des autres entreprises qui n'auraient pas supporté ce coût, une fois le processus de filtrage des compétences réalisé. De même, comme l'a noté Riley (1976), l'évaluation de la productivité individuelle est coûteuse, en particulier dans les activités où la compétence est difficile à évaluer (métier de cadre, managers...), et plus généralement, partout où la compétence individuelle est difficile à démêler de la compétence globale dans l'entreprise. Ces coûts d'acquisition de l'information sont d'autant plus grands si l'information ne se dévoile que très lentement dans l'emploi ou que les qualifications des travailleurs ne sont pas en adéquation avec les postes sur lesquels ils sont placés.

Pourtant, les employeurs doivent pouvoir fournir des contrats de travaux fondés sur la compétence à long termes des employés, qui est la vraie valeur de la productivité marginale. Du côté des travailleurs, il faut également que l'information révélée par le dispositif de filtre sur la productivité soit crédible pour pouvoir accepter de tels contrats. Sinon, les employés averse au risque peuvent refuser de supporter ce coût d'acquisition de l'information à travers un salaire initial faible.

En découle alors une question importante: Est ce que les firmes peuvent se servir du niveau d'éducation atteint par les individus pour prédire leur productivité future dans le travail ? Ou posé de manière inverse: Est ce que les firmes qui offrent des salaires basés uniquement sur le niveau de scolarité atteint parviennent à attirer des travailleurs qui ont la productivité désirée ?

Pour Riley (1976) cela dépend de la façon dont les coûts marginaux varient entre les individus. Etant donné la règle de décision commune à tous les individus, selon laquelle l'individu poursuit des études jusqu'à ce que le bénéfice marginal de l'éducation égalise le coût marginal, les individus ayant un coût marginal plus faible accumuleront davantage d'éducation. Enfin, et c'est l'hypothèse fondamentale de Spence (1973), si les couts marginaux de l'éducation sont fortement et négativement corrélés avec la productivité du travail, alors les individus les plus diplômés sont aussi les plus productifs. Riley (1976) rajoute à l'argument Spence que les individus les plus productifs apprennent sans doute plus vite que les autres à l'école. C'est donc du côté du produit marginal de l'éducation que se différencient les individus chez Riley. Les individus ayant les plus fortes aptitudes cognitives atteignent des niveaux d'éducation plus élevés que les individus moins doués, car ils ont un coût d'opportunité de l'éducation plus faible. Dans la mesure où les caractéristiques individuelles sont très difficiles à évaluer pour les firmes avant que le processus d'éducation soit réalisé, les entreprises vont utiliser le niveau d'éducation atteint par les individus comme critère d'embauche. In fine, le mécanisme de filtre par l'éducation du modèle de Riley (1976) décrit un processus d'auto-sélection identique à celui décrit par Spence (1973).

Les théories de filtre et de signal sont très proches. Riley (2001) les qualifie

de « théories jumelles ». Les termes de filtre et de signal ont d'ailleurs été longtemps employés de manière substituable dans la littérature. Elle sont de nos jours généralement regroupées sous le terme générique de « modèle de tri », suivant la terminologie de Weiss (1995), eu égard à la fonction commune incarnée par l'éducation dans les deux modèles. En résumé, les deux théories reposent sur la même hypothèse (asymétrie de l'information) et aboutissent aux mêmes conclusions (tri des individus). Seul le principe de fonctionnement diffère légèrement. Plus précisément, la seule différence est l'ordre dans lequel interviennent les agents. Dans le modèle de signal, c'est l'agent informé qui agit en premier. L'individu décide de son niveau d'éducation. A travers son choix, il révèle ses caractéristiques cachées (aptitudes). La firme en déduit une valeur moyenne de la productivité marginale et ajuste son offre de travail de façon à égaliser le salaire et la productivité marginale (condition de maximisation du profit). Dans le modèle de filtre c'est l'agent non informé qui agit en premier. A partir des niveaux de scolarité, les firmes infèrent sur les différences de productivité individuelle. Les firmes fixent les salaires et les individus répondent à ces inférences en allant plus longtemps à l'école (pour les individus ayant les plus grandes aptitudes cognitives).

Les théories du tri ont été présentées comme une alternative à la théorie du capital humain pour expliquer la relation éducation – salaire, à l'intérieur du cadre néo-classique. Au plan microéconomique, la différence essentielle porte sur les origines de la productivité individuelle. Dans les théories du tri, les différences de productivité préexistent à l'éducation. Les individus ont des compétences productives exogènes, c'est-à-dire innées ou acquises à l'extérieur du système éducatif. L'éducation permet simplement de révéler ces caractéristiques non observables que les individus n'auraient pas pu valoriser. Ce rôle informationnel de l'éducation est non productif. Au contraire, la théorie du capital humain suppose que l'éducation est à l'origine de la productivité. En investissant dans l'éducation, les individus augmentent leurs compétences productives et le salaire associé. Dans la théorie du capital humain, l'éducation est éminemment productive, y compris en présence de problèmes informationnels. Que l'incertitude influence les choix éducatifs des individus, c'est un fait, et c'est l'objet de cette thèse que de les étudier. Cependant, quel que soit l'effet de l'incertitude sur comportements individuels, in fine, les salaires seront égaux à la valeur de la productivité marginale. En d'autres termes, il est possible qu'un individu ait sacrifié « inutilement » du temps à l'éducation, mais en aucun cas, cela peut donner lieu à un gaspillage des ressources collectives. Par exemple, imaginons qu'un individu dépense beaucoup de temps à s'éduquer et qu'au final il échoue toujours ses examens. Il aura accumulé finalement peu de connaissances. Sa productivité et son salaire seront faibles. Imaginons un autre individu qui passe lui aussi beaucoup de temps dans le système éducatif, mais qui au final réussisse brillamment tous ses examens. Cet individu aura accumulé beaucoup de connaissances durant son parcours éducatif. Cependant, si ses connaissances ne sont pas traduites en compétences productives sur le marché du travail, soit parce qu'elles sont sous-utilisées ou non-adaptées au poste de travail

(problème de matching), soit parce qu'elles sont en abondance sur le marché<sup>4</sup>, soit tout simplement par ce qu'elles se sont pas demandées, alors l'individu n'en tirera qu'une rémunération faible. En d'autres termes, un individu peut avoir une forte productivité potentielle (ou réelle) à la sortie du système éducatif, mais si celle-ci n'est pas valorisée par le marché du travail, alors la valeur de cette productivité est faible et le salaire aussi. Ces exemples, que l'on pourrait multiplier, montre à la fois l'ambivalence et la puissance du concept de capital humain. Le temps consacré par un individu à l'éducation ne suffit pas à caractériser son capital humain. Le capital humain se définit par la combinaison de trois dimensions : le temps consacré à l'éducation, l'efficacité de ce temps et la valeur marchande du produit de l'éducation, c'est-à-dire le produit des deux dimensions précédentes (durée  $\times$  efficacité de l'éducation). Voilà pourquoi, dans la théorie du capital humain, si la production de connaissance n'est pas valorisée comme le souhaiteraient tous les individus, elle est néanmoins toujours et par nature efficiente pour l'économie.

Par contre, on sait depuis Arrow (1973) que si l'éducation a pour unique fonction de filtrer ou signaler les compétences, alors les ressources qui lui sont consacrées peuvent être sous-optimales. Par nature, l'asymétrie de l'information, à travers les incitations privées qu'elle suscite, génère des distorsions de prix (en l'occurrence de salaires). Il en résulte, que la somme des gains individuels issus de l'éducation n'est plus égale au gain collectif. En effet, les salaires fixés par les firmes ne peuvent pas refléter parfaitement la productivité puisque, par hypothèse, celle-ci n'est pas observable directement. Ils rémunèrent également le processus de production d'information par l'éducation. Dans ces conditions, les rendements privés seront en général plus élevés que le rendement social. En effet, si les individus augmentent leur niveau de scolarité pour signaler un fort potentiel productif, sans augmenter pour autant leur niveau de productivité de départ, alors le bénéfice privé que les individus retirent de leur différenciation n'est pas répercuté au niveau agrégé, puisque le coût global de l'éducation n'est pas compensé par une production de richesse supplémentaire.

Ainsi, contrairement à la théorie du capital humain, la plupart des modèles de tri (Arrow 1973, Spence 1973, Stiglitz 1975, Riley 1976) concluent à l'inefficacité sociale des dépenses éducatives<sup>5</sup>. Eu égard aux problèmes de définition des politiques publiques, budgétaires et éducatives, que pose ce type de conclusion, il est par conséquent très important de pouvoir distinguer empiriquement les effets de tri des effets de capital humain. C'est une tâche très difficile. Indépendamment des problèmes d'identification qui se posent à l'économetre, sur lesquels nous reviendrons en détail dans le chapitre suivant, le problème de fond est avant tout théorique. Il réside dans l'incapacité de ces théories à fournir des prédictions différentes au plan microéconomique. Les stratégies éducatives reposent en effet sur les mêmes arbitrages individuels. Il en résulte que les prédictions de l'effet de l'éducation sur les salaires et de l'effet des capacités cognitives sur l'éducation et donc sur les salaires sont identiques. Ces

<sup>4</sup>Dans ce cas l'individu subira une dévaluation de ses compétences que l'on qualifie souvent de déclasserement salarial.

<sup>5</sup>du point de vue de la production de richesses.

théories prédisent également, dans leurs extensions, les mêmes problèmes de valorisation des compétences qui peuvent se poser sur le marché du travail et que l'on observe aujourd'hui. Dans les théories du tri, la conséquence immédiate de la différenciation des compétences attendues de l'école est l'inflation des diplômes. Cette course à la différenciation produit simplement une translation vers le haut des niveaux de scolarité atteints, n'affectant pas la rente individuelle tirée de l'éducation supplémentaire. Si l'offre éducative n'est pas adaptée à la demande de différenciation, c'est-à-dire que beaucoup d'individus possèdent le même diplôme, dans ce cas le mécanisme de différenciation ne fonctionne plus et l'on doit s'attendre à une dévalorisation des titres scolaires et à un phénomène déclassement salarial.

Dans la théorie du capital humain standard, la productivité dépend uniquement du niveau de scolarité de l'individu et non de celui des autres. Cela provient de l'hypothèse d'atomicité des agents qui permet de définir le prix du capital humain de façon exogène aux comportements individuels; il est fixe et déterminé par le marché. Si l'on suppose que la valeur des compétences est définie par la loi de l'offre et de la demande de chaque compétence sur le marché du travail, alors il est tout à fait possible de montrer que la valeur des compétences productives d'un individu dépend de celles des autres et en particulier que les compétences abondantes sur le marché du travail seront déclassées.

Riley (2001) appelle à un approfondissement théorique des modèles de tri et de capital humain. L'économiste doit établir de nouvelles prédictions théoriques, pour pouvoir construire de stratégies d'estimation qui permettent d'identifier beaucoup plus clairement les effets de filtre et de capital humain. Nous proposons dans ce papier une tentative de réponse à l'appel de Riley (2001), en construisant un modèle qui combine les deux fonctions de l'éducation : la production de capital humain et la production d'information sur les qualités individuelles. L'idée étant de voir si l'introduction d'effets de signal, dans un sens que nous définissons dans la section suivante, influence le comportement éducatif des individus face au risque mis en évidence dans le chapitre précédent.

## 2.2 Formation de l'hypothèse de signal et dynamique des salaires

Penser les effets de l'éducation à travers une conception purement informationnelle est trop réducteur. D'une part, ce serait négliger toute une littérature macroéconomique moderne sur le développement et la croissance, qui place au contraire l'éducation au cœur de la dynamique économique des nations<sup>6</sup>. Par ailleurs, au plan microéconomique, la poursuite des intérêts privés ne conduit pas toujours à une situation d'équilibre. Weiss (1983) pose la question suivante : si l'éducation révèle parfaitement les capacités individuelles à chaque niveau

---

<sup>6</sup>Depuis Denison (1967) jusqu'à Mankiw, Romer et Weil (1992), en passant par Solow (1990), Romer ( ) et Lucas ( )...



de scolarité, quel est l'intérêt pour les firmes d'attendre l'obtention du diplôme final ? Elles pourraient embaucher dès la fin de la scolarité obligatoire. Lorsque les élèves intègrent ce comportement de la part des firmes, Weiss (1983) montre que l'équilibre de signal disparaît. A l'inverse, si le système éducatif filtre mal les capacités individuelles, le rendement attendu de l'éducation risque d'être en dessous de son coût, alors personne n'aura intérêt à s'éduquer (Stiglitz, 1975).

Pour autant, il est difficile d'imaginer que l'éducation n'apporte aucune information sur les individus. A partir du moment où sont définis des critères d'évaluation transparents, identiques pour tous les individus, et appliqués de manière collégiale par un ensemble d'enseignants, on peut sans conteste affirmer que tout système éducatif qui remplit ces conditions fournit de l'information sur la qualité des élèves. La sélection et l'auto sélection qui s'opèrent à l'intérieur du système éducatif, à travers les différentes séries d'évaluations qui sanctionnent ou valident l'acquisition des connaissances et les choix de parcours, sont les deux principaux vecteurs de transmission de l'information. La capacité d'un individu à réussir ou non un cursus scolaire donne des indications aux employeurs sur la productivité future de l'individu. Elle renseigne également l'individu sur ses propres capacités. Si l'on admet que la transmission des connaissances est la mission principale de tout système éducatif, l'orientation scolaire et la sélection (réussite ou échec scolaire) sont les conditions de son efficacité. En effet, pour l'institution, c'est une condition d'allocation optimale des ressources. Pour l'individu, c'est le moyen d'identifier ses avantages comparatifs et donc de s'orienter là où il pense être le meilleur. De l'efficacité du système éducatif dépend directement la qualité et la crédibilité de l'information transmise par l'éducation.

Dans ce papier, nous tentons la construction d'un modèle théorique qui réunit les deux principales fonctions microéconomiques l'éducation : la production de compétences, dans la lignée de la théorie du capital humain, et la production d'information dans la lignée des théories du filtre et du signal.

La prise en compte des deux effets de l'éducation n'est pas nouvelle. Stiglitz (1975) et Riley (1976) ont déjà construit dans un cadre statique un modèle de filtre qui intègre des effets d'apprentissage. Ce qui est nouveau ici, c'est le cadre d'analyse spécifique qui combine les deux effets microéconomiques de l'éducation et permet l'étude des effets de l'incertitude.

Dans le chapitre précédent, nous avons répondu à la question des effets de l'incertitude sur les choix éducatifs des individus, quand l'éducation produit uniquement du capital humain. Mais à la question : Quels sont les effets de l'incertitude sur les décisions individuelles d'éducation, lorsque celle-ci produit du capital humain et de l'information sur les capacités des individus ? Personne, à notre connaissance, n'y a encore répondu, et les modèles traditionnels de filtre et de signal sont incapables, par nature, d'y répondre. En effet, les théories du filtre ont été initialement construites dans un contexte non-stochastique. Les diplômes et les titres scolaires servent de filtres parfaits pour les employeurs désireux d'embaucher des travailleurs dans un environnement où l'information est asymétrique. Les individus sont supposés parfaitement connaître leurs capacités productives. Seuls les employeurs font face à

une incertitude concernant la productivité de leurs travailleurs potentiels. C'est pourquoi, ils utilisent l'éducation comme filtre d'aptitude. A l'issue du processus d'éducation, l'information est correctement révélée, de sorte que les employeurs connaissent parfaitement la productivité de chaque individu. Ainsi, dans ces modèles, il existe uniquement de l'incertitude ex-ante pour les employeurs. Une fois l'éducation réalisée, le problème d'asymétrie de l'information et l'incertitude initiale sont résolus. De ce fait, la question des effets de l'incertitude dans ce cadre d'analyse n'a pas de sens ; il n'y en a plus.

Aujourd'hui, de nouveaux travaux sont menés dans le domaine de l'imperfection du filtre et des signaux. La notion de filtre imparfait repose sur l'idée que les employeurs, s'ils observent parfaitement les niveaux atteints et diplômes obtenus par les étudiants, ils ne peuvent qu'imparfaitement associer ces signaux à des valeurs de productivité. L'information transmise par le système éducatif aux entreprises reste floue. Sur le plan formel, l'hypothèse de filtre imparfait se traduit par le fait que non seulement les firmes n'observent pas directement la productivité des individus (filtre standard), mais également que l'éducation observée par les firmes est différente de la véritable qualification des individus<sup>7</sup>. Dans ce nouveau cadre d'analyse, l'objectif du chercheur est d'étudier l'impact de ces nouvelles formes d'imperfections, liées à l'incertitude des signaux émis par le système éducatif, sur les décisions des agents. Il en résulte que même si l'individu connaît parfaitement son aptitude ou sa qualification, il n'est pas certain qu'il soit identifié correctement par les entreprises à l'issu de son parcours scolaire. Dans ces circonstances, les individus sont amenés à poursuivre davantage leurs études pour affiner leur signalement, quelle que soit leur aptitude initiale. Sous l'hypothèse de filtre imparfait, les distorsions de salaire sont renforcées, de sorte qu'au niveau agrégé le coût social de l'éducation est accentué. Le phénomène de sur-éducation<sup>8</sup> est renforcé à tous les niveaux de scolarité, même pour les moins diplômés.

L'apport de ces extensions théorique à l'analyse du risque est mineur. En effet les individus ne sont pas confrontés directement au risque, puisqu'ils connaissent parfaitement leurs capacités productives. Il subsiste uniquement une incertitude post scolaire pour les employeurs, à laquelle les individus répondent indirectement en allongeant leur durée de scolarité. Mais les individus ne font face à aucun choix incertain. Qu'il y ait du risque (pour les firmes) ou non, que ce risque soit faible ou fort, que les individus soient averses au risque ou non, la nature des incitations privées est inchangée. Les individus ne courent aucun risque à s'éduquer davantage puisque la qualité du signal est toujours améliorée avec l'éducation. Il n'a aucune chance pour un individu de se tromper et fournir un mauvais signal en s'éduquant davantage. In fine, il y a simplement une translation vers le haut des niveaux d'éducation, car le risque auquel sont confrontés les employeurs agit comme une baisse potentielle du salaire futur et donc du coût d'opportunité de l'éducation pour tous les élèves. De ce point de vue,

---

<sup>7</sup> Plus précisément, la qualification est généralement définie par le niveau d'éducation atteint plus un choc aléatoire.

<sup>8</sup> c'est-à-dire la poursuite des études au-delà du niveau optimal en l'absence d'asymétrie de l'information.

l'éducation ne fait que répéter les inégalités initiales.

Traiter la question des effets de l'incertitude sur les choix d'éducation des jeunes si l'on admet que l'école peut apporter de l'information sur les capacités des élèves, implique de modifier le cadre standard des théories du filtre et du signal notamment en relâchant l'hypothèse d'asymétrie de l'information. En effet, l'hypothèse d'asymétrie de l'information suppose qu'au moins un des deux agents engagé dans la même transaction dispose d'une information parfaite. En l'occurrence, les individus, à la différence des employeurs, sont supposés parfaitement connaître leurs capacités cognitives, leur productivité et leur salaire<sup>9</sup>. Ainsi, par définition, cette hypothèse ne permet pas d'étudier les choix d'individus qui ne sauraient évaluer parfaitement leur productivité. Par ailleurs, elle n'est pas nécessaire pour mettre en évidence des effets de filtre ou de signal. L'hypothèse d'asymétrie est simplement une condition suffisante. L'imperfection de l'information est une condition nécessaire et suffisante pour pouvoir considérer l'éducation comme un mécanisme de révélation de l'information. C'est pourquoi nous abandonnons l'hypothèse d'asymétrie au profit de l'hypothèse d'imperfection de l'information. Plus précisément, la spécificité de notre hypothèse de départ est que ni les employeurs, ni les individus ne peuvent évaluer parfaitement leur productivité et leurs salaires futurs à partir de leurs résultats scolaires. Nous réduisons, par conséquent, le cadre d'analyse des effets de l'éducation à un dénominateur commun, celui de l'imperfection de l'information, ce qui ouvre de nouvelles perspectives de comparaison des effets de capital humain et de filtre dans la dynamique des salaires.

Sur le plan formel, la construction de l'hypothèse d'un double rôle productif et informationnel de l'éducation n'est pas naturelle. Elle implique de sortir de la conception purement financière de l'éducation qu'induit le modèle de capital humain en environnement incertain. Ce n'est pas trivial. En effet, dans le modèle standard, l'éducation est supposée accroître la productivité future du travail d'un individu à travers une production de capital humain, qui est une fonction  $f(\cdot)$  du stock de capital humain détenu par l'individu ( $K(t)$ ), du temps consacré à l'éducation ( $\lambda$ ), i.e. l'investissement dans le capital humain et de l'efficacité de ce temps ( $\theta$ ). Ce dernier paramètre agrège l'ensemble des facteurs qui déterminent la qualité de l'acquisition des compétences, que sont les capacités cognitives, la qualité des écoles et des enseignants, ainsi que la qualité de l'environnement périscolaire de l'individu. Plus précisément, la productivité future dans le travail est supposée correspondre exactement au montant de capital humain accumulé par l'individu :

$$K(t + \Delta t) = K(t) + f(\theta, \lambda(t), K(t)) - \delta K(t) \quad (1)$$

Où  $\delta$  mesure le taux de dépréciation du capital humain.

---

<sup>9</sup>De ce point de vue, l'hypothèse d'asymétrie de l'information entre élèves et employeurs est discutable. Il n'est pas certain que les individus, lorsqu'ils sont encore à l'école, ont une meilleure connaissance du fonctionnement du marché du travail que celle qu'ont les employeurs du système éducatif.

Lorsqu'il y a de l'incertitude, l'hypothèse de linéarité de la production de capital humain permet d'obtenir une solution intérieure simple au problème de décision individuelle, ce qui n'est pas le cas lorsque l'information est parfaite. En effet, dans le cas certain, l'hypothèse de linéarité conduit à des solutions extrêmes, dites « bang bang », c'est-à-dire des situations d'équilibre où l'individu s'éduque soit perpétuellement soit pas du tout, selon que le rendement du capital humain est au dessus ou en dessous du taux d'intérêt. C'est pourquoi, dans le cas certain, on fait l'hypothèse d'un produit marginal de l'éducation décroissant, car elle assure l'existence d'une solution intérieure unique. L'individu investit dans l'éducation tant que le rendement marginal escompté du capital humain est au dessus du coût. Dès que le rendement marginal du capital humain égalise le taux d'intérêt, l'individu arrête de s'éduquer, travaille et place son épargne sur le marché financier. Ce schéma standard du modèle de capital humain implique qu'un individu en début de scolarité est toujours plus efficace dans son apprentissage qu'à la fin. Or, on sait que le parcours scolaire n'est pas linéaire et que les efforts sont concentrés à des points clés du parcours, notamment aux moments de certification des compétences qui clôturent généralement un cycle scolaire. On peut penser qu'un élève accumule davantage de capital humain l'année du Baccalauréat que l'année de Seconde par exemple. D'ailleurs, au plan empirique, de nombreuses études mettent en évidence la non linéarité des rendements de l'éducation. Les années validées par un diplôme ont souvent un rendement supérieur aux autres. C'est le fameux « effet parchemin », compatible avec l'hypothèse de signal mais aussi avec l'idée que les individus ayant réussi ont accumulé plus de capital humain que ceux qui ont échoués (Riley, 2001) .

En environnement incertain, l'hypothèse de linéarité de la production de capital humain ne conduit pas à un rendement constant de l'éducation. Le rendement évolue avec les aléas qui perturbent ses déterminants. En effet, lorsqu'on passe en incertitude, les déterminants du rendement du capital humain  $\theta$  et  $\delta$  ne sont plus des paramètres mais des processus de diffusion, de sorte que le rendement<sup>10</sup> lui même devient un processus stochastique<sup>11</sup> :

$$\frac{dK(t)}{K(t)} = f'_\theta(\theta, \lambda(t)) [\mu_\theta dt + \sigma_\theta dZ(t)] - [\mu_\delta dt + \sigma_\delta dZ(t)] \quad (2)$$

L'éducation, à travers la fonction  $f'_\theta(\theta, \lambda(t))$ , interagit de manière multiplicative avec le processus de Wiener décrivant l'évolution de  $\theta$  :  $\mu_\theta dt + \sigma_\theta dZ(t)$ . Ainsi, l'hypothèse standard que l'éducation accroît la productivité  $\partial f(\theta, \lambda(t), K(t))/\partial \lambda$ , se traduit, dans le cas où l'efficacité de l'investissement dans le capital humain est supposée incertaine, par un effet de l'éducation distribué non seulement sur la moyenne mais également sur la volatilité du taux de croissance de la productivité : En effet,

<sup>10</sup> c'est-à-dire le taux de croissance de la productivité.

<sup>11</sup> Le chapitre précédent expose en détail la dérivation du modèle certain au cas incertain.

$$\frac{dK(t)}{K(t)} = [\mu_\theta f'_\theta(\theta, \lambda(t)) - \mu_\delta] dt + [\sigma_\theta f'_\theta(\theta, \lambda(t)) - \sigma_\delta]' dZ(t) \quad (3)$$

Le premier terme du membre de droite représente la moyenne du rendement et le second terme mesure sa volatilité. Quelle que soit la combinaison de l'éducation et de son efficacité à travers la fonction  $f(\theta, \lambda(t))$ , l'éducation augmente exactement dans la même proportion ( $f''_{\theta\lambda}(\theta, \lambda(t)) > 0$ ) le rendement moyen et la volatilité, c'est-à-dire le risque sur la rentabilité future du capital humain :

$$\frac{\partial \left[ \frac{dK(t)}{K(t)} \right]}{\partial \lambda} = \mu_\theta f''_{\theta\lambda}(\theta, \lambda(t)) dt + f''_{\theta\lambda}(\theta, \lambda(t)) \sigma'_\theta dZ(t) \quad (4)$$

Si l'éducation accroît le salaire moyen futur, elle expose également davantage l'individu à un risque élevé. C'est un résultat central de la théorie du capital humain en incertitude, obtenu à partir de processus complètement généraux<sup>12</sup>. C'est pourquoi, par abus de langage, nous avons qualifié l'éducation d'actif risqué dans le chapitre précédent<sup>13</sup>.

Dans ce cadre, l'éducation ne peut être envisagée comme un dispositif qui fournit de l'information sur les caractéristiques productives des individus. Au contraire, le modèle de capital humain implique qu'au fur et à mesure que l'individu s'éduque, il connaît de moins en moins bien sa véritable productivité. Ici, à l'inverse de l'idée de filtre ou de signal, en accentuant l'incertitude existant a priori sur la productivité individuelle, l'éducation détériore la qualité de l'information. Il faut par conséquent sortir du modèle "pur" de capital humain si l'on veut intégrer des effets informationnels dans l'esprit des modèles de filtre et de signal.

La façon la plus simple de prendre en compte la double dimension productive et informationnelle de l'éducation est synthétisée par le processus stochastique suivant décrivant l'évolution de la productivité individuelle :

---

<sup>12</sup>Nous rappelons que parmi les processus d'Itô, le processus de Wiener, appelé aussi mouvement brownien, est sans doute le processus stochastique le plus utilisé dans toutes les sciences, pour les mêmes raisons que la loi normale l'est en statistique. Lorsqu'un phénomène aléatoire quelconque résulte de l'addition d'un grand nombre de causes indépendantes, sa mesure suivra une loi normale du fait du théorème central-limite. C'est le cas par exemple lorsqu'on suppose la normalité des rendements d'un actif; en introduisant la dimension temporelle, le rendement sera supposé suivre un processus de Wiener.

<sup>13</sup>En fait, comme l'avaient déjà noté Levhari et Weiss (1974), l'éducation apparaît même plus risquée qu'un portefeuille standard d'actifs financiers, puisque le risque global d'un portefeuille est indépendant du montant investi. Il dépend uniquement de la structure du portefeuille, c'est-à-dire de la combinaison des différents actifs financiers qui le composent. Par contre, l'acquisition de capital humain est en grande partie irréversible. Le capital humain ne peut être emprunté ou prêté librement sur un marché. Il est inséparable de son détenteur. Voilà pourquoi le rendement du capital humain dépend de la quantité investie par l'individu.

$$\frac{dQ(t)}{Q(t)} = \mu_\theta \lambda(t) dt + (1 - \lambda(t)) \sigma'_\theta dZ(t) \quad (5)$$

Pour bien nous démarquer formellement de la version pure du modèle capital humain, nous appelons  $Q(t)$  le niveau de la productivité individuelle (en volume). Nous supposons que la productivité individuelle dépend de l'éducation  $\lambda(t)$  ainsi que l'ensemble des facteurs individuels et collectifs, agrégés par la variable  $\theta(t)$ , qui conditionnent l'efficacité de l'éducation<sup>14</sup>. Pour simplifier l'exposé, nous supposons que l'efficacité de l'éducation ( $\theta(t)$ ) ne dépend que des capacités cognitives individuelles. Il en résulte que, dans ce modèle, la productivité future d'un individu dépend uniquement, de son niveau d'éducation et de ses aptitudes exogènes<sup>15</sup>.

Dans ce modèle la productivité évolue de manière stochastique là encore à cause de l'incertitude portant sur les capacités cognitives. En effet les individus ne connaissent pas leurs capacités. Ils disposent simplement d'indications sur leur distribution. Ils sont supposés connaître leur capacité moyenne ( $\mu_\theta$ ) et leur écart type ( $\sigma_\theta$ ). Cette structure stochastique de la productivité future implique que deux individus ayant le même niveau d'éducation peuvent avoir une productivité et un salaire futur différents car ils possèdent des capacités cognitives moyennes ( $\mu_\theta$ ) différentes. En particulier, plus l'individu possède des capacités cognitives élevées (en moyenne), et plus sa productivité future sera forte. Cette équation indique aussi que deux individus ayant un niveau d'éducation identique et des capacités cognitives moyennes identiques, peuvent avoir une productivité et des salaires différents dans l'avenir s'ils font face à un risque de capacité ( $\sigma_\theta^2$ ) différent. Par exemple, un des deux individus a plus de chance que l'autre : il réussit ses examens alors que l'autre échoue. La productivité future est par conséquent d'autant plus risquée que les capacités cognitives individuelles sont incertaines. Ainsi, autant que la moyenne, la variance des capacités cognitives influence la productivité future, et par conséquent, les choix d'éducation qui vont être pris.

Plus précisément, l'équation ci-dessus établit que l'éducation augmente la productivité moyenne future de l'individu  $(\mu_\theta \lambda(t) dt)$ <sup>16</sup>, comme dans le modèle précédent. Nous qualifions cet effet de l'éducation sur la moyenne d'effet "capital humain". Cet effet est d'autant plus fort que l'efficacité moyenne de l'apprentissage ( $\mu_\theta$ ) est élevé. Deux individus ayant le même niveau de scolarité n'ont pas forcément le même niveau de capital humain et donc les mêmes salaires. Les individus ayant une aptitude plus forte que les autres accumulent davantage de capital humain en allouant exactement les mêmes ressources à l'éducation. Il convient de rappeler ici que le niveau d'éducation ne suffit pas à caractériser pleinement le capital humain et la productivité individuelle.

<sup>14</sup> c'est-à-dire de la capacité de l'éducation à accroître la productivité future

<sup>15</sup> supposées innées ou acquises à l'extérieur du système de formation.

<sup>16</sup>  $E_t \left[ \frac{dQ(t)}{Q(t)} \right] = \mu_\theta \lambda(t) dt$ , puisque  $E_t[dZ(t)] = 0$ , par définition du processus de Wiener standard.

Il en constitue le déterminant essentiel, mais le niveau d'éducation n'est pas le niveau de capital humain. Les capacités cognitives, outre leur effet positif sur le niveau d'éducation, influencent directement la productivité et les salaires. Cette structure de l'effet capital humain prédite par ce modèle est très bien captée empiriquement aujourd'hui par les techniques modernes notamment celles de l'économétrie des données de panel. L'évidence d'un biais d'endogénéité de l'éducation significativement positif atteste de ce double effet, direct et indirect, des caractéristiques non observées sur les salaires (en moyenne).

L'apport essentiel de notre hypothèse concerne l'effet de l'éducation sur la volatilité du taux de croissance de la productivité individuelle. Contrairement au modèle du chapitre précédent, l'éducation ici réduit la volatilité, c'est-à-dire le risque qui affecte l'évolution de la productivité<sup>17</sup>. C'est cet effet que nous qualifions d'effet informationnel, au sens de l'hypothèse de filtre et de signal. En effet, la réduction de la variance est équivalente à une production d'information sur la véritable productivité individuelle. Au fur et à mesure que l'individu s'éduque sa productivité future se rapproche de sa valeur moyenne. En d'autres termes, les anticipations sur le niveau de productivité futur deviennent de plus en plus précises au fur et à mesure que l'individu s'éduque : il a de moins en moins de chance de se tromper dans l'évaluation de sa véritable capacité productive. En particulier, dans le cas où l'individu consacre tout son temps disponible à l'éducation ( $\lambda = 1$ ), la variance tend vers zéro : le risque disparaît, de sorte que la productivité future est parfaitement connue. Elle est égale à  $\mu_\theta$ , la valeur moyenne des aptitudes cognitives de l'individu. A l'inverse si l'individu ne s'éduque pas, sa productivité moyenne n'augmente pas. Elle évolue de manière purement stochastique au grès des chocs affectant les capacités cognitives. Dans ce cas, le risque est maximal. Ainsi, comme le supposent les modèles de filtre et de signal, l'éducation améliore ici l'information sur la véritable productivité individuelle. Notre formulation explicite du processus de révélation de l'information dans un cadre dynamique est proche du dispositif de filtre éducatif décrit par Stiglitz (1975). Ce dernier définit le mécanisme de filtrage par une relation négative entre l'éducation et la probabilité d'erreur dans l'évaluation de la productivité individuelle. Notre hypothèse informationnelle peut être vue comme une application au cadre dynamique du principe énoncé par Stiglitz (1975) dans un cadre statique.

Jusqu'ici nous avons supposé que la productivité dépendait uniquement de caractéristiques individuelles. En particulier, nous avons considéré que l'incertitude sur la productivité future était simplement le reflet de l'incertitude portant sur les aptitudes individuelles. L'objectif étant de présenter de manière simple les principes sous-jacents à notre hypothèse d'un double effet de l'éducation sur la productivité future, car c'est la clé de voûte de notre modèle dans la mesure

---

<sup>17</sup>En effet  $Var \left[ \frac{dQ(t)}{Q(t)} \right] = E_t \left[ \frac{dQ(t)}{Q(t)} - E_t \left( \frac{dQ(t)}{Q(t)} \right) \right]^2 = [(1 - \lambda(t)) \sigma_\theta]^2 dt$ , puisque  $dt^2 = dZ(t) dt = o(dt)$  et  $[dZ(t)]^2 = dt + o(dt)$ , par définition du processus de Wiener standard. D'où  $\frac{\partial Var \left[ \frac{dQ(t)}{Q(t)} \right]}{\partial \lambda} < 0$

où cette hypothèse affecte en profondeur les stratégies habituelles des individus face au risque. Bien sûr, d'autres facteurs, largement extérieurs au contrôle de l'individu, influencent l'évolution de la productivité. Au moins deux types de facteurs peuvent affecter le volume et la valeur de la productivité. Premièrement, le progrès technique, par nature, rend obsolète une partie des compétences existantes et en requiert de nouvelles. Si l'individu ne compense pas cette obsolescence par de la formation supplémentaire, son niveau de productivité en volume est réduit. Il est possible, comme dans le modèle du chapitre précédent, de prendre en compte ce phénomène en intégrant au modèle un paramètre  $\delta$ , mesurant le taux de dépréciation des compétences productives. Lorsque l'on suppose que l'individu ne connaît pas parfaitement les proportions dans lesquelles ses compétences se déprécient<sup>18</sup>, l'application du lemme d'Itô à l'équation (5) donne l'évolution du volume de la productivité individuelle suivante :

$$\frac{dQ(t)}{Q(t)} = [\mu_\theta \lambda(t) - \mu_\delta] dt + [(1 - \lambda(t)) \sigma_\theta - \sigma_\delta]' dZ(t) \quad (6)$$

D'une manière générale, la dépréciation des compétences réduit la productivité nette de l'individu. Un choc technologique peut affecter la moyenne ou la dispersion de la productivité future. Si un choc technologique accroît la dépréciation moyenne, il réduit dans les mêmes proportions la productivité moyenne future<sup>19</sup>. Par contre une dispersion plus élevée de la dépréciation accroît la dispersion globale de la productivité future<sup>20</sup>. Si l'éducation accroît toujours la productivité brute, il n'est pas certain qu'elle augmente la productivité nette. En présence d'une dépréciation des compétences, l'augmentation de la productivité nette nécessite un investissement dans la formation plus important. Il est souvent mis en évidence en France que la formation continue n'a que peu, voire pas, d'impact significatif sur les salaires (*cf.* Hanchane et Stankievtz). Le modèle de capital humain apporte une des réponses possible à ce phénomène. Si la formation continue a simplement pour objectif d'entretenir les compétences existantes, le salaire n'augmente pas. Quel que soit son type, une formation ne peut se traduire par un impact positif sur le salaire que si elle génère un gain de productivité marginal net positif.

Une dernière source d'incertitude pouvant affecter les salaires futurs concerne la valeur de la productivité sur le marché du travail. Jusqu'ici, nous avons décrit les facteurs pouvant influencer le volume des compétences productives. Or, dans une économie néo-classique, le salaire unitaire (horaire) perçu par l'individu est égal à la valeur de sa productivité marginale et non au stock de ses compétences. Si l'on pose que la valeur de la productivité individuelle ( $q(t)$ )

<sup>18</sup> on suppose que le taux de dépréciation suit un processus de Wiener.

<sup>19</sup> en effet si  $\mu_\delta \nearrow$ , alors  $E_t \left[ \frac{dQ(t)}{Q(t)} \right] = [\mu_\theta \lambda(t) - \mu_\delta] dt \searrow$ .

<sup>20</sup> En effet  $Var \left[ \frac{dQ(t)}{Q(t)} \right] = [((1 - \lambda(t)) \sigma_\theta - \sigma_\delta) dZ(t)]^2 = (1 - \lambda(t))^2 \sigma_\theta^2 + \sigma_\delta^2 - 2(1 - \lambda(t)) \sigma'_\theta \sigma_\delta$ . D'où  $\frac{\partial Var \left[ \frac{dQ(t)}{Q(t)} \right]}{\partial \sigma_\delta} > 0$ , puisque  $\sigma'_\theta \sigma_\delta < 0$  par hypothèse.



est égale au produit du volume de la productivité ( $Q(t)$ ) et de son prix unitaire donné par le marché ( $\omega$ ) :  $q(t) = \omega Q(t)$ , dans une économie où la concurrence est pure et parfaite, l'évolution du salaire ne dépend que de l'évolution du volume de la productivité  $dq(t) = d(\omega Q(t)) = dQ(t)$ . Le prix des compétences étant fixé par le marché, il n'intervient pas dans l'évolution de la productivité. En situation d'information imparfaite sur la valeur marchande de la productivité individuelle, cette conclusion n'est plus valide, puisque le prix des compétences n'est plus constant :  $\omega(t) \neq \omega(t + dt)$ . Le salaire horaire évolue non seulement en fonction de la productivité réelle de l'individu mais également en fonction de son prix.

Cette dernière source d'incertitude est fondée sur l'idée qu'il peut être difficile pour les individus d'associer une valeur marchande à leur niveau d'éducation. Admettons que l'individu connaisse parfaitement la combinaison de son niveau d'éducation, de ses capacités cognitives ainsi que la dépréciation de ses compétences. Autrement dit, supposons que l'individu connaisse parfaitement sa productivité réelle future à l'issue de son parcours de formation. Pour connaître la distribution de ses salaires futurs, il faut que l'individu connaisse la valeur de sa productivité, c'est-à-dire le prix que le marché attribue à ses compétences. On peut penser qu'au moment où l'individu prend ses décisions d'éducation, les conditions d'offre et de demande futures sur le marché du travail ne sont pas parfaitement maîtrisées par l'individu. Si l'on suppose que la valeur des compétences est déterminée de façon compétitive à l'issue de la confrontation de l'offre et de la demande, les compétences relativement rares ou demandées par les firmes seront bien valorisées, alors que les compétences en excès d'offre seront dévalorisées. Ainsi, deux individus ayant la même productivité peuvent percevoir des salaires différents car ils travaillent dans des secteurs d'activité ou tout simplement dans des entreprises qui valorisent les compétences de manière différente.

Formellement, si l'on suppose que le prix des compétences évolue selon un mouvement brownien géométrique<sup>21</sup> de la forme  $d\omega(t) = \omega(t) [\mu_\omega dt + \sigma_\omega dZ(t)]$ , l'évolution de la valeur de la productivité future s'écrit d'après le lemme d'Itô :

$$\frac{dq(t)}{q(t)} = [\mu_\omega + \mu_\theta \lambda(t) + (1 - \lambda(t)) \sigma'_\theta \sigma_\omega - \mu_\delta - \sigma'_\omega \sigma_\delta] dt + [\sigma_\omega + (1 - \lambda(t)) \sigma_\theta - \sigma_\delta]' dZ(t) \quad (7)$$

Clairement, une augmentation de la valeur unitaire moyenne des compétences ( $\mu_\omega > 0$ ) accroît la valeur moyenne de la productivité c'est-à-dire le salaire horaire futur. De même, la variabilité des salaires futurs sera d'autant plus forte

---

<sup>21</sup> D'après le lemme d'Itô, une variable aléatoire qui suit une loi log-normale dans un modèle discret, suit un mouvement brownien géométrique dans un modèle dynamique en temps continu. Ainsi, comme la loi log-normale, le mouvement brownien géométrique est défini uniquement pour les valeurs positives de la variable aléatoire. Il est par conséquent bien adapté à la description d'un prix.

que la variabilité de la valeur unitaire des compétences ( $\sigma_\omega$ ) sera élevée. Ce type d'incertitude peut être interprété au plan individuel comme une forme de déclassement salarial, si l'on suppose au préalable que le marché tend à dévaloriser plutôt que valoriser les compétences existantes ( $\mu_\omega < 0$ ). Ainsi, un individu peut entrer sur le marché du travail avec un diplôme qui a finalement peu de valeur. Cette hypothèse est d'autant plus probable que d'une part, l'évaluation de la valeur marchande future de la productivité est difficile à établir par l'individu au moment où il prend ses décisions d'éducation, et d'autre part que l'éducation est un processus quasiment irréversible. Les compétences détenues par un individu ne peuvent être échangées librement au gré des évolutions du marché du travail. Il semble que cette tendance sur le marché du travail soit plutôt confirmée par les faits, notamment en début de vie active. Cette interprétation est sans doute valide pour les niveaux d'éducation intermédiaires et supérieurs mais pas pour les bas niveaux de qualification, pour lesquels il existe des minimas pour le salaire qui empêchent l'ajustement à la baisse des salaires. Dans ce cas, l'individu ne peut être déclassé puisque son salaire est rigide à la baisse. Notons enfin que même si la valeur moyenne des compétences reste constante dans le temps :  $\mu_\omega > 0$ , le salaire futur moyen augmente avec le risque portant sur la valeur future des compétences à cause de la corrélation positive entre l'aptitude et la valeur des compétences. Cet effet est de la même nature que celui mis en évidence dans le chapitre précédent : les individus les plus aptes parviennent à trouver un emploi qui correspond davantage à leur niveau de compétences. Cependant, la grande différence avec le modèle du chapitre précédent, c'est le rôle de l'éducation qui au lieu d'amplifier cet impact, le réduit ici. C'est la conséquence directe de notre hypothèse de filtre/signal : au fur et à mesure que l'individu s'éduque, la productivité devient de moins en moins aléatoire : les individus ont de moins en moins de chances de se tromper dans l'évaluation de leur productivité future, de sorte que les aléas et leurs liens (les covariances) ont de moins en moins de poids dans la dynamique de la productivité individuelle. A travers son rôle informationnel décrit plus haut, l'éducation réduit l'exposition de l'individu au risque ex post, c'est-à-dire au risque post scolaire. Cette implication directe de notre hypothèse d'effets informationnels est au coeur de l'interprétation des résultats originaux de notre modèle décrit dans la section suivante.

### 3 Investissement optimal en éducation et risques

L'idée que les individus les plus diplômés gagnent mieux que les autres en moyenne, est un résultat standard de la théorie du capital humain et des théories du tri. Celui-ci provient de l'arbitrage entre revenu courant et revenu futur que réalise l'individu au moment de prendre ses décisions en matière d'éducation. Lorsqu'il décide de poursuivre ses études, l'individu renonce au salaire qu'il

percevrait en travaillant immédiatement, dans l'espoir d'obtenir un salaire plus élevé dans le futur.

Dans le cas certain, où l'individu est supposé parfaitement connaître le futur, cet arbitrage ne pose pas de problème particulier. Tant que le rendement escompté du capital humain est positif, l'individu poursuit son investissement. Lorsque le rendement marginal du capital humain égalise le taux d'intérêt, il devient alors plus rentable pour l'individu de travailler et placer son salaire sur le marché financier.

En environnement incertain, cet arbitrage est beaucoup plus complexe, car il repose sur une double confrontation. L'individu doit d'une part construire un portefeuille d'actif financiers, en fonction du prix, de la rentabilité escomptée et du risque associé à chaque actif, et d'autre part comparer le rendement espéré de ce portefeuille à celui du capital humain. Le tout dans un contexte où l'individu observe parfaitement les valeurs courantes mais ne connaît pas les valeurs futures de ces rendements.

Cet ensemble de contraintes est inscrit dans le programme de maximisation que réalise l'individu sur son cycle de vie. Nous commençons par présenter la résolution du modèle dans un cadre complètement général.

### 3.1 Solution générale

L'objectif d'un individu représentatif est de maximiser son espérance d'utilité sur l'ensemble de son cycle de vie sous les contraintes dynamiques de productivité et de budget :

$$Max E_t \int_t^T e^{-\rho(s-t)} u[c(s), l(s)] ds \quad (8)$$

sous les contraintes:

$$\begin{aligned} \frac{dq}{q} &= [\mu_\theta \lambda - \delta + \mu_\omega + (1 - \lambda) \sigma'_\theta \sigma_\omega - \sigma'_\delta \sigma_\omega] dt + [\sigma_\omega + (1 - \lambda) \sigma_\theta - \sigma_\delta]' dZ \\ dW &= [rW + (1 - \lambda - l)q - c + WX(\mu - r)] dt + WX\sigma'_s dZ \\ \text{et } c &\geq 0, 0 \leq \lambda, l \leq 1 \end{aligned}$$

Ce programme de maximisation est quasiment identique à celui établi dans le chapitre précédent. En particulier, la contrainte d'accumulation de richesse financière, qui est la contrainte de budget intertemporelle, est identique à celle du chapitre précédent<sup>22</sup>. Seule la contrainte décrivant l'évolution de la productivité, qui stipule qu'un individu ne peut espérer toucher un salaire supérieur

<sup>22</sup>Pour alléger l'exposé nous renvoyons le lecteur au chapitre précédent pour plus de détail sur la construction de cette contrainte.

à la valeur de sa productivité sur le marché du travail, est différente. Nous avons expliqué en détail, dans la section 2.3 de ce papier, comment l'acquisition d'information à travers l'éducation affectait la dynamique de la productivité individuelle. L'objectif premier de cette section est d'étudier les implications de la prise en compte de ce type d'effet, que nous avons qualifié de filtrage ou de signal, sur la relation éducation - risque.

Nous reportons uniquement le résultat concernant la demande optimale d'éducation. Les autres solutions optimales sont identiques à celles du chapitre précédent.

La demande optimale d'éducation est calculée à partir de l'équation d'Hamilton-Jacobi-Bellman équivalente au programme (81) ci-dessus: Si l'on suppose que les capacités cognitives sont non corrélées avec le rendement des actifs financiers risqués ( $\sigma'_\theta \sigma_s = 0$ ), la demande optimale d'éducation est de la forme suivante :

$$\lambda^* = -\frac{V_q}{V_{qq}q} \frac{\mu_\theta - \sigma'_\theta \sigma_\omega - \frac{V_W}{V_q}}{\sigma'_\theta \sigma_\theta} + \frac{\sigma'_\theta \sigma_\omega + \sigma'_\theta \sigma_\theta - \sigma'_\theta \sigma_\delta}{\sigma'_\theta \sigma_\theta} + \frac{V_{qY}}{V_{qq}q} \frac{\sigma'_\theta \sigma_Y}{\sigma'_\theta \sigma_\theta} \quad (9)$$

Nous constatons qu'à l'optimum, la structure de la demande d'éducation est identique au cas où l'éducation est modélisée comme un actif risqué. Elle est constituée d'une composante spéculative et de deux composantes de couverture : une composante "variance minimale", qui couvre le risque affectant la valeur de la productivité et une couverture intertemporelle contre les risques exogènes de type macroéconomiques. Par contre, l'effet de ces différentes composantes est opposé au modèle du chapitre précédent. En particulier, les composantes de couverture contre le risque ont un impact positif sur la demande optimale d'éducation. Cela signifie que pour se protéger des risques l'individu va accroître son niveau d'éducation. Ce résultat central est la conséquence directe de la prise en compte dans le modèle du rôle de signal fourni par le système de formation: en produisant de l'information sur les capacités cognitives non-observables a priori, l'éducation réduit le risque ex-post. Dans ce cas, l'éducation agit comme une assurance. Il est important de noter que ce résultat tout à fait singulier est obtenu dans un cadre complètement général du point de vue des préférences individuelles et des processus stochastiques utilisés. Plus précisément, ce résultat est vrai pour toutes préférences de type Von Neuman - Mortensen, c'est-à-dire pour toute fonction d'utilité croissante concave en chacun des arguments, exhibant de l'aversion au risque pour l'individu. Ce résultat est également valide quels que soient les processus d'Itô utilisés pour décrire les trajectoires des variables aléatoires. Cependant, comme dans le chapitre précédent, on ne peut pas dans le cas général obtenir de solutions explicites au problème d'optimisation, ni isoler l'effet des différentes sources d'incertitude. Pour bien expliciter les stratégies spéculatives et les stratégies de couverture des risques, il faut caractériser les préférences individuelles.

Dans la section qui suit, nous évaluons la demande optimale d'éducation dans le cas de préférences logarithmiques. Nous nous concentrons également sur l'effet d'une variables d'état particulière : le taux de chômage.

### 3.2 Solution explicite : préférences logaithmiques et incertitude sur le taux de chômage

Avant d'explicitier les préférences individuelles, nous commençons par simplifier le vecteur de variables d'état susceptibles d'inflencer la dynamique du rendement de l'éducation au cours du cycle de vie. Nous réduisons ce vecteur à une seule variable exogène : le taux de chômage futur. Ce taux de chômage futur est modélisé comme dans le chapitre précédent, à savoir comme la partie du temps disponible<sup>23</sup> qui n'est pas travaillée et qui n'est pas consacré à l'éducation<sup>24</sup>. Le revenu courant du travail, qui est le produit du temps travaillé et de la valeur de la productivité horaire du travail, peut alors s'écrire  $y(t) = (1 - \lambda(t) - u(t)) q(t)$ . Si le taux de chômage courant dans l'économie est parfaitement observé par l'individu, le taux de chômage futur est, par hypothèse, inconnu au moment où l'individu effectue ses choix. Nous supposons que ce dernier évolue selon un processus de Wiener ( $du(t) = \mu_u dt - \sigma'_u dZ(t)$ ), de sorte que la contrainte intertemporelle de budget est transformé de la manière suivante :

$$dW = [rW + (1 - \lambda - \mu_u)q - c + WX(\mu - r)]dt + (WX\sigma'_s - \sigma_u)'dZ \quad (10)$$

Partant, la demande optimale d'éducation nouvellement obtenue dans le cadre général s'écrit<sup>25</sup>

$$\lambda^* = -\frac{V_q}{V_{qq}q} \frac{\mu_\theta - \sigma'_\theta \sigma_\omega - \frac{V_W}{V_q}}{\sigma_\theta^2} + \frac{\sigma_\theta \sigma_\omega + \sigma_\theta^2 - \sigma_\theta \sigma_\delta}{\sigma_\theta^2} + \left( \frac{V_{qu}}{V_{qq}q} - \frac{V_{qW}}{V_{qq}} \right) \frac{\sigma'_\theta \sigma_u}{\sigma_\theta^2} \quad (12)$$

Si l'on suppose que les préférences individuelles sont décrites par une fonction d'utilité de type logarithmique, la fonction valeur sera, d'après la propriété

<sup>23</sup>Normalisé à 1.

<sup>24</sup>Nous renvoyons le lecteur à la discussion du chapitre précédent sur les différentes façons d'introduire le chômage dans le modèle.

<sup>25</sup>A partir de la nouvelle équation d'Hamilton-Jacobi-Bellman ci dessous et de l'hypothèse  $\rho_{\theta s} = 0$  :

$$\begin{aligned} 0 \equiv & \text{Max} \{ u[c, l] + V_q [\mu_\theta \lambda - \mu_\delta + \mu_\omega + (1 - \lambda) \sigma'_\theta \sigma_\omega - \sigma'_\delta \sigma_\omega] q \\ & + V_W [rW + (1 - \lambda - l - \mu_u)q - c + WX(\mu - r) - qWX\sigma'_s \sigma_u] \\ & + \frac{1}{2} V_{WW} [WX\sigma_s - q\sigma_u]' [WX\sigma_s - \sigma_u] + \frac{1}{2} V_{qq} [\sigma_\omega + (1 - \lambda) \sigma_\theta - \sigma_\delta]' [\sigma_\omega + (1 - \lambda) \sigma_\theta - \sigma_\delta] q^2 \\ & + V'_u \mu_u + \frac{1}{2} V_u \sigma'_u \sigma_u + V_{Wu} (WX\sigma_s - q\sigma_u)' \sigma_u + V_{qW} q [\sigma_\omega + (1 - \lambda) \sigma_\theta - \sigma_\delta]' [WX\sigma_s - q\sigma_u] \\ & + V_{qu} q [\sigma_\omega + (1 - \lambda) \sigma_\theta - \sigma_\delta]' \sigma_u - \rho V + V_i \} \end{aligned} \quad (11)$$

d'homothétie, de la forme  $V(q, t, W, u, T) = A(t, T) \ln[B(t, T)q(t) + W(t) - C(t, T)u(t)]$ . Il suffit alors de remplacer les dérivées partielles de la fonction valeur dans la demande optimale d'éducation (85), pour obtenir la solution explicite :

$$\lambda^* = \frac{B(t, T)q(t) + W(t) - C(t, T)u(t)}{B(t, T)q(t)} \frac{\mu_\theta - \sigma'_\theta \sigma_\omega - \frac{1}{B(t, T)}}{\sigma_\theta^2} + \frac{\sigma_\theta \sigma_\omega + \sigma_\theta^2 - \sigma_\theta \sigma_\delta}{\sigma_\theta^2} - \frac{q(t) + C(t, T)}{B(t, T)q(t)} \frac{\sigma'_\theta \sigma_u}{\sigma_\theta^2}$$

Pour étudier l'effet des risques sur la demande optimale d'éducation, il est utile de réécrire les covariances, à partir de la définition  $\sigma'_i \sigma_j = \rho_{ij} \sigma_i \sigma_j$ . Les indices de temps sont supprimés pour alléger l'écriture.

$$\lambda^* = \frac{Bq + W - Cu}{Bq} \frac{\mu_\theta - \rho_{\theta\omega} \sigma_\theta \sigma_\omega - \frac{1}{B}}{\sigma_\theta^2} + \frac{\rho_{\theta\omega} \sigma_\theta \sigma_\omega + \sigma_\theta^2 - \rho_{\theta\delta} \sigma_\theta \sigma_\delta}{\sigma_\theta^2} - \frac{q + C}{Bq} \frac{\rho_{\theta u} \sigma_\theta \sigma_u}{\sigma_\theta^2} \quad (13)$$

**Proposition :** *Lorsqu'on admet que l'éducation produit non seulement du capital humain mais également de l'information sur les capacités individuelles, l'effet des risques sur la demande optimale d'éducation est opposée au cas où l'éducation est simplement considérée comme un investissement risqué. Tous les risques ont un impact positif excepté le risque concernant la valeur de la productivité sur la marché du travail ( $\sigma_\omega$ ) qui exerce un effet négatif sur la demande optimale d'éducation.*

**Preuve :** Un choc de progrès technique, qui aurait pour conséquence augmenter le risque de dépréciation, est couvert par une hausse de la demande d'éducation :

$\frac{d\lambda^*}{d\sigma_\delta} = -\frac{\rho_{\theta\delta}}{\sigma_\theta} > 0$  puisque  $\rho_{\theta\delta} < 0$  : les individus les plus aptes ont des compétences qui se déprécient moins vite que les individus moins doués.

De même, face à une augmentation du risque de chômage, l'individu augmente sa demande d'éducation :

$\frac{d\lambda^*}{d\sigma_u} = -\frac{q+C}{Bq} \frac{\rho_{u\theta}}{\sigma_\theta} > 0$  puisque  $\rho_{u\theta} < 0$  : les individus les plus aptes sont moins exposés au chômage que les individus moins doués.

Si le risque sur les capacités cognitives augmente, alors l'individu va également accroître son niveau d'éducation

$\frac{d\lambda^*}{d\sigma_\theta} = \frac{1}{\sigma_\theta} (1 - \lambda^*) - \frac{1}{\sigma_\theta} \frac{W+Bq-Cu}{Bq} \frac{\mu_\theta - \frac{1}{B}}{\sigma_\theta^2} > 0$  si  $\mu_\theta - \frac{1}{B} < 0$ , ce qui est le cas dans notre modèle puisque la prime de risque doit être négative pour que la demande optimale d'éducation soit définie ( $\lambda^* \in [0, 1]$ ). Pour le démontrer

simplement, imaginons que la valeur de la productivité ne soit pas corrélée avec les capacités cognitives. Dans ce cas, on obtiendrait :

$$\lambda^* = \frac{Bq+W-Cu}{Bq} \frac{\mu_\theta - \frac{1}{B}}{\sigma_\theta^2} + \frac{-\rho_{\theta\delta}\sigma_\theta\sigma_\delta}{\sigma_\theta^2} + 1 - \frac{q+C}{Bq} \frac{\rho_{\theta u}\sigma_\theta\sigma_u}{\sigma_\theta^2}$$

$\lambda^* \in [0; 1]$  implique nécessairement que  $\mu_\theta - \frac{1}{B} < 0$

Enfin, l'effet du risque sur le prix des compétences est également inversé par rapport au chapitre précédent. Il est négatif :

$$\frac{d\lambda^*}{d\sigma_\omega} = \frac{\rho_{\theta\omega}}{\sigma_\theta} \left[ 1 - \frac{Bq+W-Cu}{Bq} \right] < 0$$

**Interprétation :** La demande optimale d'éducation est définie par trois composantes :

- Une composante spéculative : le premier terme du membre de droite, constitué de l'indice de tolérance au risque<sup>26</sup>  $\left( \frac{Bq+W-Cu}{Bq} \right)$  et du surplus de rendement attendu de la prise de risque  $\left( \frac{\mu_\theta - \rho_{\theta\omega}\sigma_\theta\sigma_\omega - \frac{1}{B}}{\sigma_\theta^2} \right)$ .
- Deux composantes de couverture : une composante "variance minimale" (le second terme à droite), qui représente la couverture contre les risques affectant la productivité, et une composante de couverture intertemporelle contre le risque de chômage (le dernier terme)

A l'inverse de la logique décrite dans le chapitre précédent, la composante spéculative est de signe négatif. En effet, comme nous venons de le démontrer, une condition nécessaire pour que la demande optimale d'éducation soit définie ( $\lambda^* \in [0, 1]$ ) est que la prime de risque soit négative ( $\mu_\theta - \frac{1}{B} < 0$ ). Cela signifie qu'un individu entreprenant un choix risqué, au lieu d'espérer un excès de rendement, va escompter une perte spéculative. C'est la contrepartie de l'effet de couverture positif dans ce modèle. En effet, les composantes de couverture sont de signe positif. Cela signifie que face à un risque accru, l'individu se protège en s'éduquant davantage. Ainsi le dilemme auquel est confronté l'individu face au risque est strictement inversé à celui établi dans le chapitre précédent. D'un coté, l'individu est incité à réduire son investissement dans l'éducation pour limiter sa perte spéculative. De l'autre, l'individu est incité à accroître son niveau d'éducation pour se protéger du risque: pour le réduire. Cet arbitrage est parfaitement illustré par l'effet du risque sur la valeur marchande de la productivité ( $\sigma_\omega$ ): l'effet de couverture contre le risque est positif mais insuffisant pour compenser l'effet négatif de spéculation. Autrement dit, le prix à payer pour se protéger du risque est trop élevé, de sorte que l'individu réduit sa demande d'éducation. C'est exactement l'effet inverse qui se produit lorsque le risque portant sur les capacités cognitives ( $\sigma_\theta$ ) augmente : l'individu augmente sa demande optimale d'éducation car la couverture contre ce risque produite par l'éducation compense nettement la perte spéculative associée. Le risque de

<sup>26</sup>défini comme l'inverse de l'aversion au risque.

dépréciation ( $\sigma_\delta$ ) et le risque de chômage ( $\sigma_u$ ) apparaissent uniquement dans les composantes de couverture, respectivement dans la composante "variance minimale" et dans la composante de couverture intertemporelle. C'est pourquoi leur impact est strictement positif. A travers son rôle informationnel, l'éducation réduit l'exposition aux risques futurs, de sorte que face à un risque accru, l'individu va se protéger en s'éduquant davantage. Ce comportement d'individus supposés averses au risque est totalement singulier. Pour la première fois, il est possible de montrer que face à un choix risqué, un individu investira d'autant plus que son aversion pour le risque est forte. Le couple perte spéculative/protection face au risque qui résulte de notre modèle reflète sûrement la nature singulière de l'investissement dans l'éducation par rapport à l'investissement dans le capital financier.

### 3.3 Extension : Efficacité du signal différenciée

Nous avons supposé jusqu'ici que l'éducation produisait un signal de productivité homogène. Nous considérons dans cette section la possibilité de signaux différenciés selon le type de parcours de formation choisi par l'individu. Cette section s'inscrit dans la littérature qui traite de l'imperfection du filtre et du signal. Comme nous l'avons mentionnée au début de ce papier (section 2.2), la notion de filtre ou de signal imparfait repose sur l'idée que les titres scolaires n'identifient qu'imparfaitement la véritable aptitude des individus. A l'issu d'un parcours de formation, l'information transmise par le niveau d'étude atteint ou le diplôme obtenu par l'individu ne peut être associée à une valeur précise de la productivité. Dans ce cadre d'analyse, notre objectif est d'étudier l'impact de ces nouvelles formes d'imperfections liées à l'incertitude des signaux émis par le système éducatif sur les décisions individuelles, partant du principe que certains parcours scolaires sélectionnent mieux d'autres les élèves. On peut penser dans le cas de la France par exemple que les "grandes écoles" fournissent un meilleur signal des capacités individuelles que des parcours de type universitaire, moins sélectifs et plus hétérogène. En effet, l'absence de barrières à l'entrée, la multiplication et la diversification des parcours de formation, et le processus de décentralisation qui rend de plus en plus autonome la gestion des établissements universitaires, sont autant de facteurs qui peuvent brouiller la perception que peuvent avoir les employeurs et les élèves des signaux de productivité. Pour prendre en compte l'idée que la qualité des signaux éducatifs peuvent varier selon le type de parcours scolaire, nous introduisons dans le modèle un paramètre  $\alpha$  :

$$\frac{dQ}{Q} = \mu_\theta \lambda dt + (1 - \alpha \lambda) \sigma'_\theta dZ$$

Le paramètre  $\alpha$  peut théoriquement prendre toutes les valeurs sur l'intervalle  $[0; 1]$ . Cela signifie qu'il existe, au moins en théorie, un continuum de parcours



de formation pouvant être classés selon la qualité des signaux de productivité qu'ils émettent.

Dans le cas où l'individu ne s'éduque pas ou ne s'éduque plus,  $\lambda = 0$ , la productivité moyenne n'augmente plus et le risque est maximum  $\left(Var\left(\frac{dQ}{Q}\right) = \sigma_\theta^2 dt\right)$ . Par contre lorsque l'individu consacre tout son temps disponible à l'éducation  $\lambda = 1$ , la productivité moyenne est maximale  $\left(E\left(\frac{dQ}{Q}\right) = \mu_\theta dt\right)$  mais n'est pas certaine comme dans les sections précédentes où l'on a supposé un filtre parfait. En effet, il subsiste un risque,  $Var\left(\frac{dQ}{Q}\right)$ , égal à  $[(1 - \alpha)\sigma_\theta]^2 dt$ . Ce risque est d'autant plus fort que la valeur du paramètre  $\alpha$  est faible. Si on définit la qualité du signal, c'est-à-dire la qualité de l'information fournie par l'éducation, comme une fonction inverse du risque alors on peut dire que la qualité de l'information est d'autant plus grande que la valeur du paramètre  $\alpha$  est élevée. En effet, si  $\alpha = 0$ , l'éducation ne fournit aucune information et dans ce cas le risque portant sur la productivité est maximal. À l'inverse, si  $\alpha = 1$ , l'efficacité du filtre est maximale. Dans ce cas, qui est celui décrit dans la section précédente, l'information révélée ne dépend plus que du niveau d'éducation. Lorsque l'individu consacre tout son temps à l'éducation, le filtre est parfait : l'information est parfaitement révélée et le risque portant sur la qualité productive de l'individu disparaît :  $Var\left(\frac{dQ}{Q}\right) = 0$ .

Pour simplifier l'exposé nous supposons qu'un parcours de type "grandes écoles" identifie mieux la qualité des étudiants qu'un parcours universitaire. On peut alors étudier l'impact de la différence de qualité du signal sur la demande d'éducation. La résolution du modèle donne :

$$\lambda^* = \frac{B(t,T)q + W - C(t,T)u}{B(t,T)q} \frac{\mu_\theta - \alpha\sigma'_\theta\sigma_\omega - \frac{1}{B(t,T)}}{\alpha^2\sigma_\theta^2} + \frac{\sigma_\theta\sigma_\omega + \alpha\sigma_\theta^2 - \sigma_\theta\sigma_\delta}{\alpha\sigma_\theta^2} - \frac{q + C(t,T)}{B(t,T)q} \frac{\sigma'_\theta\sigma_u}{\alpha\sigma_\theta^2}$$

**Proposition :** *En présence et d'imperfections du signal, la demande optimale d'éducation est d'autant plus forte que la qualité de signal est élevée. Les étudiants des grandes écoles (ge) doivent atteindre des niveaux d'éducation plus élevés que les universitaires (univ).*

**Preuve :**  $\frac{d}{d\alpha}(\lambda^*) = \frac{1}{\alpha} \left( \frac{Bq+W-Cu}{Bq} \frac{\frac{1}{B(t,T)} - \mu_\theta}{\alpha^2\sigma_\theta^2} + (1 - \lambda^*) \right) > 0 \Leftrightarrow \lambda_{ge}^* > \lambda_{univ}^*$

En général, sous l'hypothèse de filtre imparfait, les individus sont amenés à poursuivre davantage leurs études pour affiner leur signalement, quelle que soit leur aptitude initiale (Landers P. et J.M.P de Villareal, 2005). Ce résultat est obtenu également avec notre modèle puisque l'on observe une relation positive entre la qualité du signal et demande optimale d'éducation. Néanmoins, une nuance peut être apportée dans la mesure où dans notre modèle la qualité globale du signal produit par un parcours de formation dépend du niveau d'éducation

atteint dans le parcours choisi<sup>27</sup>. Ainsi, notre modèle prédit que les individus empruntant des parcours sélectifs atteignent des niveaux d'éducation plus élevés que les individus passant par des parcours moins sélectifs. Deux remarques peuvent atténuer la portée de ce résultat. D'une part, le terme "sélection" reflète uniquement le fait que les individus sont identifiés à l'issu de leur parcours éducatif, à travers la production d'information par l'éducation. Il s'agit par conséquent d'une sélection ex post. Les modes de sélection à l'entrée de différents parcours de formation ne sont pas traité dans cette section. La seconde remarque, en lien direct avec la première, est que le processus de sélection est exogène dans le modèle. Les différences de sélectivité des parcours sont données, et ne font pas l'objet d'un choix par les individus. Il est important dans des travaux futur de pouvoir intégrer ces deux remarques. D'une part, si certains parcours exposent davantage au risque que d'autres, et que les individus en sont conscient, alors le choix du parcours est un enjeux stratégique pour l'individu que l'économiste doit prendre en compte. D'autre part, on sait que les différents modes de sélection à l'entrée des établissements scolaire ne sont pas neutre du point de vue de l'équité et de l'égalité des chances des étudiants face à la réussite scolaire et professionnelle. Gamel (2000, 2001) à traité en détail cette question des implications de la sélection à l'entrée pour le cas français, dans le cadre des théories du filtre et du signal.

L'originalité néanmoins de cette extension est de pouvoir étudier l'impact des risques sur la demande d'éducation selon différents degrés de sélection, ou différentes qualité d'information. Comme les calculs ci-dessous le montrent, la qualité de l'information fournie par l'éducation réduit l'impact des risques sur la demande optimale d'éducation. En effet, la qualité de l'information réduit l'impact de tous les risques<sup>28</sup>. La conclusion immédiate que nous pouvons formuler à partir de cette extension théorique est que l'éducation sera d'autant moins utilisée comme une stratégie de protection face au risque<sup>29</sup> que l'information transmise par le système de formation est de bonne qualité. En d'autre termes, les étudiants universitaires ont davantage de chance de poursuivre des études au delà de ce qu'il leur aurait été nécessaire en l'absence de problèmes informationnels que les étudiants des grandes écoles,. Si l'on maintient notre hypothèse simpliste que l'université sélectionne moins bien les étudiants que les grandes écoles<sup>30</sup>, cette conclusion est consistante avec les prédiction des modèles de filtre et de signal traditionnels concernant la course à la différenciation par les diplômes universitaires.

$$\frac{d}{d\alpha} \left( \frac{d\lambda^*}{d\sigma_\delta} \right) = \frac{d}{d\alpha} \left( -\frac{\rho_{\theta\delta}}{\alpha\sigma_\theta} \right) = \frac{1}{\alpha^2\sigma_\theta} \rho_{\theta\delta} < 0$$

<sup>27</sup>Dans les modèles de signal imparfait, la qualification est généralement définie par le niveau d'éducation atteint plus un choc aléatoire. L'incertitude sur le signal est additive de sorte que le degré d'imperfection du signal est indépendant du niveau d'éducation atteint.

<sup>28</sup>On observe en effet un signe positif pour les risques qui ont un effet négatif (valeur marchande de l'éducation) et un signe négatif pour les risques qui ont un impact positif sur la demande d'éducation (dépréciation, aptitude et chômage).

<sup>29</sup>et de rentabilisation de la prise de risque

<sup>30</sup>et en supposant que la qualité du contenu des enseignements dans les deus institutions sont de qualité identique

$$\begin{aligned}
\frac{d}{d\alpha} \left( \frac{d\lambda^*}{d\sigma_\omega} \right) &= \frac{d}{d\alpha} \left( \frac{\rho_{\theta\omega}}{\alpha\sigma_\theta} \left( 1 - \frac{Bq+W-Cu}{Bq} \right) \right) = \frac{W-Cu}{Bq} \frac{\rho_{\theta\omega}}{\alpha^2\sigma_\theta} > 0 \\
\frac{d}{d\alpha} \left( \frac{d\lambda^*}{d\sigma_u} \right) &= \frac{d}{d\alpha} \left( -\frac{1+C}{Bq} \frac{\rho_{u\theta}}{\alpha\sigma_\theta} \right) = \frac{q+C}{Bq} \frac{\rho_{u\theta}}{\alpha^2\sigma_\theta} < 0 \\
\frac{d}{d\alpha} \left( \frac{d\lambda^*}{d\sigma_\theta} \right) &= \frac{d}{d\alpha} \left[ \frac{1}{\sigma_\theta} (1 - \lambda^*) - \frac{1}{\sigma_\theta} \frac{W+Bq-Cu}{Bq} \frac{\mu_\theta - \frac{1}{B}}{\alpha^2\sigma_\theta^2} \right] > 0
\end{aligned}$$

## 4 Conclusion

Les individus augmentent-ils leur niveau d'éducation pour se couvrir contre le risque ? Selon les prédictions du modèle standard de capital humain avec incertitude la réponse est non. Le modèle présenté dans ce papier permet d'obtenir ce résultat.

Partant de la conclusion du chapitre précédent que l'individu doit réduire son niveau d'éducation pour se couvrir contre les différents risques, l'ambition de ce papier était de définir les conditions théoriques sous lesquelles l'éducation pouvait apparaitre comme une protection face au risques. Il faut pour cela intégrer au modèle de capital humain standard une fonction informationnelle de l'éducation. Outre la fonction de production de connaissances et des compétences valorisables sur le marché du travail, nous considérons l'éducation comme un dispositif qui révèle l'information sur la véritable productivité des individus, hypothèse fondamentale des théories du filtre et du signal.

Après avoir rappelé les principes fondamentaux des théories du tri, nous avons présenté le positionnement de notre hypothèse particulière dans la littérature sur le filtre et le signal. Ces théories du tri ont longtemps été présentées comme des théories concurrentes à celle du capital humain. Bien que la construction d'un modèle néoclassique général de l'éducation ne soit pas à notre porté, ce papier montre qu'il est possible de construire un modèle dans lequel les effets de capital humain et de signal sont complémentaires. L'objectif premier de ce papier est de réévaluer l'impact de l'incertitude (salaire, aptitude, dépréciation et chômage) sur la demande individuelle d'éducation dans ce nouveau cadre théorique. Le résultat central du modèle est qu'un individu averse au risque va augmenter sa demande d'éducation pour se protéger contre le risque, en particulier contre le risque de chômage. En échange, l'individu est prêt à supporter une prime de risque négative, c'est-à-dire une perte financière.

Ces résultats ouvrent de nouvelles perspectives empiriques pour différencier les effets de capital humain des effets de filtre. Il est très difficile en effet de départager empiriquement les effets de filtre ou de signal des effets d'apprentissage dans la relation positive entre le niveau d'éducation et les gains obtenus sur le marché du travail. En général, isoler le pur effet filtre et le pur effet capital humain dans la détermination des gains individuels est un challenge très redoutable pour l'économètre, car l'aptitude des élèves, de par la nature des données disponibles, est très difficilement mesurable indépendamment de ses effets sur l'apprentissage scolaire. Ce problème d'identification empirique ne repose

pas uniquement sur des difficultés techniques de mesure. Il est en partie inhérent à ces théories, du moins dans leur formulation standard. Le problème de fond réside dans la difficulté de ces théories à fournir des prédictions différentes quand à l'effet de l'aptitude. La prise en compte de l'incertitude produit de nouvelles prédictions au plan des stratégies individuelles. Avec à ce modèle théorique, il est désormais possible de discriminer empiriquement entre ces deux hypothèses concurrentes : éducation comme actif risqué si l'on observe une relation positive entre le niveau d'éducation et la variance des salaires, et éducation comme dispositif de signalement si l'on obtient la relation inverse. Nous discutons précisément de ces questions d'ordre économétrique dans le chapitre suivant.

## 5 Références bibliographiques

**Akerlof G. A (1970)**, "The Market for "Lemons": Qualitative Uncertainty and the Market Mechanism", *Quarterly Journal of Economics*, Vol. 84, Issue 3, pp. 488-500.

**Arrow K. (1973)**, "Higher Education as a filter", *Journal of Public Economics*, Vol. 3, pp. 193-216.

**Baudelot C. et Leclercq F. (2004)**, *Les effets de l'éducation*, Rapport à l'attention du Piref, La documentation, française, 272 pages.

**Gamel, C., (2002)**, "Et si l'université n'était qu'un "filtre"? Actualité du modèle d'Arrow", *Economie Publique*, n°2, pp. 41-69.

**Gamel, C., (2000)**, "Le diplôme, "un signal" en voie de dépréciation ? Le modèle de Spence réexaminé", *Revue d'Economie politique*, Vol.110, n°1, pp. 53-84.

**Landeras P. et J.M.P de Villareal (2005)**, "A Noisy Screening Model of Education", *Labour*, vol.19, n°1, pp. 35-54.

**Lehvari D., & Weiss Y., (1974)**, "The effect of risk on the investment in human capital ". *American Economic Review*, **64** (6), 950-963.

**Riley J.G. (1976)**, Information, Screening and Human Capital, *American Economic Review*, Vol. 66, n°2, pp 254-260.

**Riley J.G. (1979)**, Testing the Educational Screening Hypothesis, *Journal of Political Economy*, Vol. 85, n°5, Part 2 : Education and Income Distribution, pp S227-S252.

**Riley J.G. (2001)**, “Silver Signals: Twenty-Five Years of Screening and Signalling”, *Journal of Economic literature*, Vol. 39, No. 2, pp. 432-478.

**Spence M.A. (1973)**, “Job Market Signaling”, *Quarterly Journal of Economics*, Vol. 87, Issue 3, pp. 355-379.

**Stiglitz J. (1975)**, The Theory of "Screening", Education, and the Distribution of Income, *American Economic Review*, Vol. 65, n°3, pp. 283-300.

**Weiss A. (1983)**, “A Sorting-cum-learning Model of Education”, *Journal of Political Economy*, Vol. 99 Issue 3, pp. 420-442.

**Weiss A. (1995)**, “Human Capital vs. Signaling explanation of Wages”, *Journal of Economic Perspectives*, Vol. 9, n°4, pp 133-154.